

10/506973 A3

Heat exchanger, particularly for road vehicles

Patent number: DE19813989
Publication date: 1999-09-30
Inventor: SCHARPF KURT (DE); FOERSTER MICHAEL (DE)
Applicant: BEHR GMBH & CO (DE)
Classification:
- **international:** F28D1/00; F28F9/00; F28F1/02; F28F1/32; F28F3/02;
F28D3/00
- **european:** F28F1/22, F28D1/053E, F28F3/02
Application number: DE19981013989 19980328
Priority number(s): DE19981013989 19980328

Abstract of DE19813989

The flat tubes are arranged crossways to the flow direction of the second fluid and arranged parallel to one another spaced apart, thus forming flow paths for the second fluid penetrating the heat exchanger. In the flow paths cooling ribs are arranged, which extend between adjacent flat tubes. The cooling ribs (4) are parallel to the flat tubes (3) and crossways to the flow direction of the second fluid. They are provided with through passage apertures (5) for the second fluid. Each cooling rib has a bend (6) extending over its complete length. In the area of the bend, no through passage apertures are formed. Between adjacent flat tubes, several cooling ribs are arranged one behind the other.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 13 989 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
F 28 D 1/00
F 28 F 9/00
F 28 F 1/02
F 28 F 1/32
F 28 F 3/02
F 28 D 3/00

21 Aktenzeichen: 198 13 989.6
22 Anmeldetag: 28. 3. 98
43 Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 13 989 A 1

71 Anmelder:
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Förster, Michael, Dipl.-Ing., 70439 Stuttgart, DE;
Scharpf, Kurt, 71297 Mönshheim, DE

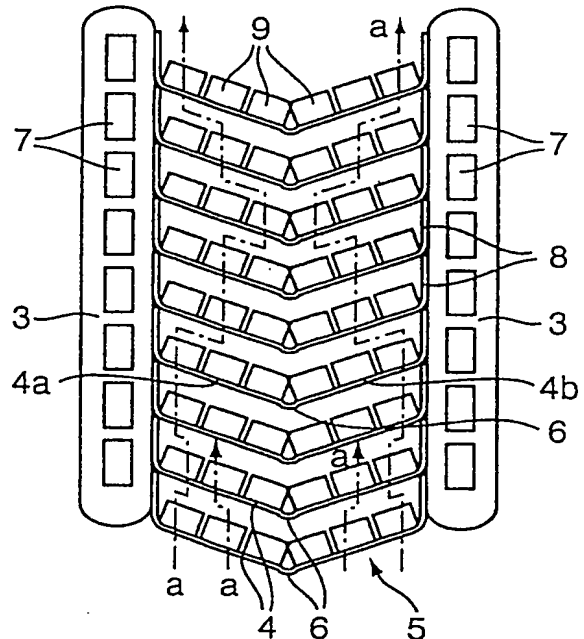
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	42 20 823 C1
DE	195 03 766 A1
DE	44 41 503 A1
GB	2 92 041
GB	1 34 527
EP	06 33 444 A2
EP	02 15 344 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wärmetauscher

57 Ein Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit Flachrohren (3), die innen von einem ersten Fluid durchströmbar sind, die außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind, die im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids und parallel zueinander angeordnet sind und die voneinander beabstandet sind und dabei den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid ausbilden, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen (4) angeordnet sind, die jeweils an benachbarten Flachrohren (3) wärmeübertragend befestigt sind, soll dahingehend ausgestaltet werden, daß sich seine Herstellung vereinfacht und insbesondere automatisiert durchführen läßt. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Kühlrippen (4) parallel zu den Flachrohren (3) und im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, wobei die Kühlrippen (4) mit Durchtrittsöffnungen (5) für das zweite Fluid versehen sind.



DE 198 13 989 A 1



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 13 989 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
F 28 D 1/00
F 28 F 9/00
F 28 F 1/02
F 28 F 1/32
F 28 F 3/02
F 28 D 3/00

21 Aktenzeichen: 198 13 989.6
22 Anmeldetag: 28. 3. 98
43 Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 13 989 A 1

71 Anmelder:
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Förster, Michael, Dipl.-Ing., 70439 Stuttgart, DE;
Scharpf, Kurt, 71297 Mönsheim, DE

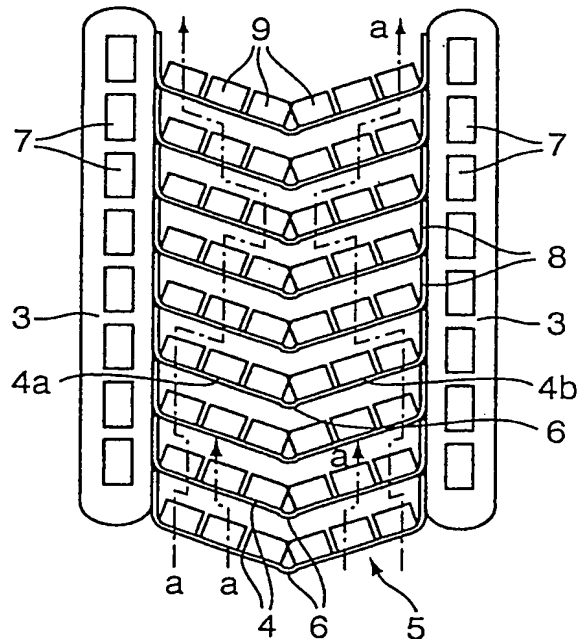
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	42 20 823 C1
DE	195 03 766 A1
DE	44 41 503 A1
GB	2 92 041
GB	1 34 527
EP	06 33 444 A2
EP	02 15 344 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Wärmetauscher

57 Ein Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit Flachrohren (3), die innen von einem ersten Fluid durchströmbar sind, die außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind, die im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids und parallel zueinander angeordnet sind und die voneinander beabstandet sind und dabei den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid ausbilden, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen (4) angeordnet sind, die jeweils an benachbarten Flachrohren (3) wärmeübertragend befestigt sind, soll dahingehend ausgestaltet werden, daß sich seine Herstellung vereinfacht und insbesondere automatisiert durchführen läßt.
Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Kühlrippen (4) parallel zu den Flachrohren (3) und im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, wobei die Kühlrippen (4) mit Durchtrittsöffnungen (5) für das zweite Fluid versehen sind.



DE 198 13 989 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

Ein derartiger Wärmetauscher kann beispielsweise als Kühlmittel-Kühler ausgebildet sein, der zur Kühlung von Kühlmittel eines Kühlmittel-Kreislaufes in einem Kraftfahrzeuge dient. Ebenso kann ein solcher Wärmetauscher als Kondensator einer Klimaanlage für Kraftfahrzeuge ausgebildet sein.

Ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art verfügt üblicherweise über nebeneinander angeordnete, parallel zueinander verlaufende Flachrohre, d. h. Rohre, deren Querschnitt im wesentlichen rechteckig ausgebildet ist. In diesen Flachrohren wird ein erstes Fluid, z. B. ein Kühlmittel, zwischen zwei Sammelleitungen oder Sammelrohren transportiert. Die Flachrohre sind dabei einer Strömung eines zweiten Fluids, z. B. Umgebungsluft, ausgesetzt, um einen Wärmeübergang zwischen den Fluiden zu bewirken. Dabei sind die Flachrohre des Wärmetauschers üblicherweise voneinander beabstandet angeordnet, um zwischen den Flachrohren Strömungswege für das zweite Fluid auszubilden, durch die das zweite Fluid, die Flachrohre umströmend den Wärmetauscher durchströmt.

Um die Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Flachrohren zu verbessern, sind in den Strömungswegen zwischen benachbarten Flachrohren jeweils Kühlrippen angeordnet, die wärmeübertragend an den Flachrohren befestigt sind. Die einzelnen Kühlrippen verlaufen dabei in Durchströmungsrichtung und quer zu den Flachrohren. Die Wärmeübertragung erfolgt dann von dem ersten Fluid auf die Flachrohre, von diesen auf die Kühlrippen und von diesen schließlich auf das zweite Fluid bzw. bei entsprechendem Temperaturgefälle in umgekehrter Richtung.

Aus der EP 0 237 164 ist ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art bekannt, dessen Kühlrippen wellenförmig ausgebildet sind. Derartige Rippen werden daher üblicherweise als Wellrippen bezeichnet. Aus der WO 84/01208 ist ein weiterer Wärmetauscher der eingangs genannten Art bekannt, dessen Kühlrippen zickzackförmig ausgebildet sind. Bei den bekannten Wärmetauschern sind jeweils eine Vielzahl von einzelnen Kühlrippen zu Bauelementen zusammengefaßt, von denen dann während der Montage jeweils eines zwischen zwei Flachrohren angeordnet wird.

Bei der Herstellung eines derartigen Wärmetauschers werden im Rahmen der sogenannten "Kassettierung" die Flachrohre und die vorgenannten, die Kühlrippen aufweisenden Bauelemente nebeneinander angeordnet und ausgerichtet. Anschließend wird die Baugruppe bzw. der so gebildete Rohr-Rippen-Block auf die einzuhaltenden Baumaße des Wärmetauschers zusammengepreßt und in gepreßtem Zustand verlötet. Dabei ist zu beachten, daß sich durch die Vielzahl der schichtartig nebeneinander angeordneten Elemente Fertigungstoleranzen aufaddieren können. In diesem Fall müssen die Kühlrippen verformt werden, um das einzuhaltende Maß des Wärmetauschers zu erreichen. Die dazu erforderlichen Kräfte müssen gleichmäßig aufgebracht werden, um eine Zerstörung der Kühlrippen und/oder der Flachrohre zu vermeiden. Insbesondere bei Wärmetauschern mit einer großen Rippendichte, das heißt kleinen Abständen zwischen den einzelnen Rippen, sind sehr große Kräfte notwendig, um die Kühlrippen zur Erzielung der gewünschten Wärmetauscherabmessungen zu verformen.

Darüber hinaus kann die Herstellung der bekannten Wärmetauscher nicht vollständig automatisiert erfolgen, da die vorgenannten, die Kühlrippen enthaltenden Bauelemente zumindest um eine parallel zu den Kühlrippen verlaufende

Achse relativ biegsam sind, wodurch sich deren Handling durch Automaten erschwert.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, daß dieser einfacher, insbesondere vollautomatisch, hergestellt werden kann.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei werden die Kühlrippen im wesentlichen parallel zu den Flachrohren und im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des anströmenden zweiten Fluids angeordnet. Außerdem weisen die Kühlrippen Durchtrittsöffnungen auf, durch die das zweite Fluid durch die Kühlrippen durchtreten kann. Mit Hilfe dieser Maßnahme wird die Anzahl der Kühlrippen erheblich reduziert. Dadurch werden die zur Verformung der Kühlrippen beziehungsweise des Wärmetauschers notwendigen Kräfte verringert. Darüber hinaus können die einzelnen Rippen ausreichend biegesteif ausgebildet werden, wodurch die Automatisierung des Herstellungsprozesses verbessert werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers kann jede Kühlrippe einen sich über die gesamte Länge der Kühlrippe erstreckenden Knick aufweisen. Aufgrund dieser Maßnahme werden die im Rahmen der Kassettierung des Wärmetauschers, das heißt beim Zusammenpressen und Verlöten eines aus Flachrohren und Kühlrippen ausgebildeten Blockes erheblich reduziert, da die Kühlrippen durch den Knick eine Flexibilität um eine entlang des Knicks verlaufende Achse erhalten.

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung können bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers zwischen benachbarten Flachrohren mehrere Kühlrippen hintereinander angeordnet sein. Dabei können hintereinander benachbarte Kühlrippen vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet sein, derart, daß die Durchtrittsöffnungen der benachbarten Kühlrippen nicht deckungsgleich zueinander angeordnet sind. Auf diese Weise wird der zwischen den Flachrohren ausgebildete Strömungsweg für das zweite Fluid mit zusätzlichen Strömungshindernissen versehen, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit reduziert und folglich die Wärmeübertragung erhöht wird.

Desweiteren können zur Verbesserung der Wärmeübertragung die Durchtrittsöffnungen der Kühlrippen zumindest teilweise von Wandungselementen eingefaßt sein, wobei die Wandungselemente vorzugsweise jeweils einen die jeweilige Durchtrittsöffnung vollständig erfassenden Kragen bilden. Mit Hilfe dieser Maßnahme wird einerseits die vom zweiten Fluid umströmte beziehungsweise angeströmte Oberfläche der Kühlrippen erheblich vergrößert, zum anderen läßt sich eine gezielte Strömungs(um)lenkung bewirken, was wiederum eine reduzierte Strömungsgeschwindigkeit und somit eine verbesserte Wärmeübertragung zur Folge hat.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher,

Fig. 2 eine Detailansicht auf einen in Fig. 1 mit II gekennzeichneten Bereich des Wärmetauschers,

Fig. 3 eine Detailansicht wie in Fig. 2 eines in Fig. 1 mit III gekennzeichneten Bereiches des Wärmetauschers, jedoch einer anderen Ausführungsform, und

Fig. 4 eine Schnittansicht entsprechend den Schnittlinien

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

Ein derartiger Wärmetauscher kann beispielsweise als Kühlmittel-Kühler ausgebildet sein, der zur Kühlung von Kühlmittel eines Kühlmittel-Kreislaufes in einem Kraftfahrzeuges dient. Ebenso kann ein solcher Wärmetauscher als Kondensator einer Klimaanlage für Kraftfahrzeuge ausgebildet sein.

Ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art verfügt üblicherweise über nebeneinander angeordnete, parallel zueinander verlaufende Flachrohre, d. h. Rohre, deren Querschnitt im wesentlichen rechteckig ausgebildet ist. In diesen Flachrohren wird ein erstes Fluid, z. B. ein Kühlmittel, zwischen zwei Sammelleitungen oder Sammelrohren transportiert. Die Flachrohre sind dabei einer Strömung eines zweiten Fluids, z. B. Umgebungsluft, ausgesetzt, um einen Wärmeübergang zwischen den Fluiden zu bewirken. Dabei sind die Flachrohre des Wärmetauschers üblicherweise voneinander beabstandet angeordnet, um zwischen den Flachrohren Strömungswege für das zweite Fluid auszubilden, durch die das zweite Fluid, die Flachrohre umströmend den Wärmetauscher durchströmt.

Um die Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Flachrohren zu verbessern, sind in den Strömungswegen zwischen benachbarten Flachrohren jeweils Kühlrippen angeordnet, die wärmeübertragend an den Flachrohren befestigt sind. Die einzelnen Kühlrippen verlaufen dabei in Durchströmungsrichtung und quer zu den Flachrohren. Die Wärmeübertragung erfolgt dann von dem ersten Fluid auf die Flachrohre, von diesen auf die Kühlrippen und von diesen schließlich auf das zweite Fluid bzw. bei entsprechendem Temperaturgefälle in umgekehrter Richtung.

Aus der EP 0 237 164 ist ein Wärmetauscher der eingangs genannten Art bekannt, dessen Kühlrippen wellenförmig ausgebildet sind. Derartige Rippen werden daher üblicherweise als Wellrippen bezeichnet. Aus der WO 84/01208 ist ein weiterer Wärmetauscher der eingangs genannten Art bekannt, dessen Kühlrippen zickzackförmig ausgebildet sind. Bei den bekannten Wärmetauschern sind jeweils eine Vielzahl von einzelnen Kühlrippen zu Bauelementen zusammengefaßt, von denen dann während der Montage jeweils eines zwischen zwei Flachrohren angeordnet wird.

Bei der Herstellung eines derartigen Wärmetauschers werden im Rahmen der sogenannten "Kassettierung" die Flachrohre und die vorgenannten, die Kühlrippen aufweisenden Bauelemente nebeneinander angeordnet und ausgerichtet. Anschließend wird die Baugruppe bzw. der so gebildete Rohr-Rippen-Block auf die einzuhaltenden Baumaße des Wärmetauschers zusammengepreßt und in gepreßtem Zustand verlötet. Dabei ist zu beachten, daß sich durch die Vielzahl der schichtartig nebeneinander angeordneten Elemente Fertigungstoleranzen aufaddieren können. In diesem Fall müssen die Kühlrippen verformt werden, um das einzuhaltende Maß des Wärmetauschers zu erreichen. Die dazu erforderlichen Kräfte müssen gleichmäßig aufgebracht werden, um eine Zerstörung der Kühlrippen und/oder der Flachrohre zu vermeiden. Insbesondere bei Wärmetauschern mit einer großen Rippendichte, das heißt kleinen Abständen zwischen den einzelnen Rippen, sind sehr große Kräfte notwendig, um die Kühlrippen zur Erzielung der gewünschten Wärmetauscherabmessungen zu verformen.

Darüber hinaus kann die Herstellung der bekannten Wärmetauscher nicht vollständig automatisiert erfolgen, da die vorgenannten, die Kühlrippen enthaltenden Bauelemente zumindest um eine parallel zu den Kühlrippen verlaufende

Achse relativ biegsam sind, wodurch sich deren Handling durch Automaten erschwert.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, einen Wärmetauscher der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, daß dieser einfacher, insbesondere vollautomatisch, hergestellt werden kann.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei werden die Kühlrippen im wesentlichen parallel zu den Flachrohren und im wesentlichen senkrecht zur Strömungsrichtung des anströmenden zweiten Fluids angeordnet. Außerdem weisen die Kühlrippen Durchtrittsöffnungen auf, durch die das zweite Fluid durch die Kühlrippen durchtreten kann. Mit Hilfe dieser Maßnahme wird die Anzahl der Kühlrippen erheblich reduziert. Dadurch werden die zur Verformung der Kühlrippen beziehungsweise des Wärmetauschers notwendigen Kräfte verringert. Darüber hinaus können die einzelnen Rippen ausreichend biegesteif ausgebildet werden, wodurch die Automatisierung des Herstellungsprozesses verbessert werden kann.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers kann jede Kühlrippe einen sich über die gesamte Länge der Kühlrippe erstreckenden Knick aufweisen. Aufgrund dieser Maßnahme werden die im Rahmen der Kassettierung des Wärmetauschers, das heißt beim Zusammenpressen und Verlöten eines aus Flachrohren und Kühlrippen ausgebildeten Blockes erheblich reduziert, da die Kühlrippen durch den Knick eine Flexibilität um eine entlang des Knicks verlaufende Achse erhalten.

Zur Verbesserung der Wärmeübertragung können bei einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers zwischen benachbarten Flachrohren mehrere Kühlrippen hintereinander angeordnet sein. Dabei können hintereinander benachbarte Kühlrippen vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet sein, derart, daß die Durchtrittsöffnungen der benachbarten Kühlrippen nicht deckungsgleich zueinander angeordnet sind. Auf diese Weise wird der zwischen den Flachrohren ausgebildete Strömungsweg für das zweite Fluid mit zusätzlichen Strömungshindernissen versehen, wodurch die Strömungsgeschwindigkeit reduziert und folglich die Wärmeübertragung erhöht wird.

Desweiteren können zur Verbesserung der Wärmeübertragung die Durchtrittsöffnungen der Kühlrippen zumindest teilweise von Wandungselementen eingefaßt sein, wobei die Wandungselemente vorzugsweise jeweils einen die jeweilige Durchtrittsöffnung vollständig erfassenden Kragen bilden. Mit Hilfe dieser Maßnahme wird einerseits die vom zweiten Fluid umströmte beziehungsweise angeströmte Oberfläche der Kühlrippen erheblich vergrößert, zum anderen läßt sich eine gezielte Strömungs(un)lenkung bewirken, was wiederum eine reduzierte Strömungsgeschwindigkeit und somit eine verbesserte Wärmeübertragung zur Folge hat.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen erfindungsgemäßen Wärmetauscher,

Fig. 2 eine Detailansicht auf einen in Fig. 1 mit II gekennzeichneten Bereich des Wärmetauschers,

Fig. 3 eine Detailansicht wie in Fig. 2 eines in Fig. 1 mit III gekennzeichneten Bereiches des Wärmetauschers, jedoch einer anderen Ausführungsform, und

Fig. 4 eine Schnittansicht entsprechend den Schnittlinien

IV in den Fig. 2 und 3 durch den Wärmetauscher in einem Bereich mit zwei Flachrohren.

Entsprechend Fig. 1 weist ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 zwei etwa parallel zueinander verlaufende Sammelrohre 2 auf, die mit nicht dargestellten Ab- beziehungsweise Zuführungsleitungen für ein erstes Fluid ausgestattet sind. Die Sammelrohre 2 sind mit mehreren, parallel zueinander verlaufenden Flachrohren 3 kommunizierend miteinander verbunden. Durch die Flachrohre 3 kann das erste Fluid von einem der Sammelrohre 2 zum anderen strömen.

Die Flachrohre 3 sind im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung eines zweiten Fluids angeordnet, so daß die Sammelrohre 3 auf ihrer Außenseite von diesem zweiten Fluid beaufschlagbar sind. Die Flachrohre 3 sind voneinander beabstandet angeordnet, so daß jeweils zwischen zwei benachbarten Flachrohren 3 ein Strömungsweg ausgebildet ist, durch den das zweite Fluid den Wärmetauscher 1 durchströmen kann. In jedem dieser zwischen den Flachrohren 3 ausgebildeten Strömungswegen sind mehrere, parallel zueinander und in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Kühlrippen 4 angeordnet, von denen in Fig. 1 jeweils nur die vorderste erkennbar ist. Die Kühlrippen 4 verlaufen dabei etwa parallel zu den Flachrohren 3 und etwa quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids. Außerdem weisen die Kühlrippen 4 eine Vielzahl von Durchtrittsöffnungen 5 auf, durch die das zweite Fluid die Kühlrippen 4 durchströmen kann. Die Kühlrippen 4 sind an die benachbarten Flachrohre 3 wärmeübertragend, insbesondere durch Verlöten, befestigt.

Jede der Kühlrippen 4 weist etwa mittig zwischen den angrenzenden Flachrohren 3 einen sich entlang der ganzen Länge erstreckenden Knick 6 auf.

Wie aus Fig. 1 deutlich erkennbar ist, können die erfindungsgemäß ausgebildeten Kühlrippen 4 – im Unterschied zu den herkömmlichen Wärmetauschern mit üblichen Kühlrippen derart angeordnet werden, daß sie an den Sammelrohren 2 anliegen.

In den Fig. 2 und 3 ist der mit II und III gekennzeichnete Ausschnitt aus Fig. 1 in vergrößertem Maßstab wiedergegeben, wobei ein Bereich einer sich zwischen zwei Flachrohren 3 erstreckenden Kühlrippe 4 dargestellt ist.

Entsprechend Fig. 2 können bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kühlrippen 4 nach der Erfindung die Durchtrittsöffnungen 5 der Kühlrippe 4 im wesentlichen wabenförmig ausgebildet sein. Durch diese Maßnahme ergibt sich ein relativ großes Verhältnis zwischen der Gesamtöffnungsfläche der Durchtrittsöffnungen 5 einer Kühlrippe 4 im Vergleich zu der Gesamtoberfläche dieser Kühlrippe 4, wobei eine ausreichende Stabilität der Kühlrippe 4 gewährleistet werden kann.

In Fig. 2 ist markant, daß in dem Bereich, in dem der Knick 6 angeordnet ist, keine Durchtrittsöffnungen 5 vorgesehen sind. Auf diese Weise wird in der Kühlrippe 4 eine definierte Biegezone entlang des Knicks 6 ausgebildet, so daß Biegeverformungen aufgrund einer Abstandsveränderung zwischen den Flachrohren 3 ohne eine Beschädigung, z. B. durch Einknicken, der Kühlrippe 4 bewirkt werden können.

Um der Durchströmung des Wärmetauschers 1 in den zwischen den Flachrohren 3 ausgebildeten Strömungswegen einen erhöhten Strömungswiderstand entgegenzubringen, können hintereinander angeordnete Kühlrippen 4 entsprechend Fig. 3 versetzt zueinander angeordnet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Kühlrippen 4 so anzuordnen, daß die Durchtrittsöffnungen 5 benachbarter Kühlrippen 4 bezüglich der Strömungsrichtung nicht deckungsgleich angeordnet sind. Durch diese Maßnahme wird für die Durchströmung des zweiten Fluids eine mehrfache Umlen-

kung notwendig. Dies hat eine Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit und somit eine erhöhte Verweildauer des zweiten Fluids im Bereich der Kühlrippen 4 und folglich eine verbesserte Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Kühlrippen 4 zur Folge.

Fig. 4 verdeutlicht, daß zwischen benachbarten Flachrohren 3 mehrere Kühlrippen 4 hintereinander angeordnet werden können. In den Flachrohren 3 sind sogenannte Turbulatoren 7 angedeutet, die eine Verbesserung der Wärmeübertragung zwischen dem in den Flachrohren 3 strömenden ersten Fluid und den Flachrohren 3 bewirken.

Um die wärmeübertragende Anbindung der Kühlrippen 4 an die Flachrohre 3 auszubilden, sind die Kühlrippen 4 entlang ihren Längskanten zumindest bereichsweise mit Randleisten 8 versehen, die parallel zu den Oberflächen der Flachrohre 3 von den Kühlrippen 4 abgewinkelt sind. Die Anbindung der Kühlrippen 4 über deren Randleisten 8 an die Flachrohre 3 erfolgt dann relativ großflächig, so daß eine gute Wärmeübertragung gewährleistet werden kann. In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Randleisten 8 derart bemessen, daß die Randleisten 8 benachbarter Kühlrippen 4 aneinander angrenzen und auf diese Weise einen Abstand zwischen benachbarten Kühlrippen 4 definieren. Diese Maßnahme vereinfacht den Herstellungsprozeß eines derartigen Wärmetauschers 1, da die aufeinandergestapelten Kühlrippen 4 von selbst den vorbestimmten Abstand einhalten.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform sind die Durchtrittsöffnungen 5 der Kühlrippen 4 zumindest teilweise mit Wandungselementen 9 versehen beziehungsweise von diesen eingefaßt, wobei die Wandungselemente 9 im wesentlichen senkrecht von der Oberfläche der jeweiligen Kühlrippe 4 abstehen. Durch die Wandungselemente 9 wird die zur Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Oberfläche der Kühlrippen 4 erheblich vergrößert. Außerdem bewirken die in geeigneter Weise angeordneten Wandungselemente 9 gleichzeitig eine bestimmte Strömunglenkung beziehungsweise Strömungs-Umlenkung, wodurch wiederum die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Fluids beeinflusst werden kann.

Die Wandungselemente 9 können in einer bevorzugten Ausführungsform die Durchtrittsöffnungen 5 vollständig erfassen, wobei sie bei den dargestellten Ausführungsformen einen wabenförmigen Kragen bilden.

Die Pfeile a in Fig. 4 symbolisieren mögliche Durchströmungswegen des zweiten Fluids durch die Kühlrippen 4 nach der Erfindung. Deutlich ist, daß erhebliche Strömungsumlenkungen möglich sind, wodurch sich die Effektivität der Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Kühlrippen 4 steigern läßt.

Im Rahmen der sogenannten Kassetierung kann der Zusammenbau des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 besonders einfach durchgeführt werden. Die schichtweise nebeneinander angeordneten Flachrohre 3 und Kühlrippen 4 bilden den zu verlötenden Rohr-Rippen-Block, der jedoch auf ein einzuhaltendes Maß zusammengedrückt werden muß. Beispielsweise müssen die freien Enden der Flachrohre 3 in entsprechende Öffnungen in den Sammelrohren 2 eingebracht werden können, wozu ein entsprechendes Maß eingehalten werden muß.

Aufgrund des Knickes 6 in jeder der Kühlrippen 4 weisen am Knick 6 angrenzenden Bereiche 4a und 4b jeder Kühlrippe 4 einen von 180° abweichende Winkel zwischen sich auf. Durch diese Maßnahme muß beim Zusammenpressen der Flachrohre 3 keine Knickkraft in den Kühlrippen 4 überwunden werden, so daß nur geringe Kräfte notwendig sind, um eine Biege-Verformung der Kühlrippen 4 durchzuführen. Selbst wenn dabei im Bereich des Knickes 6 aneinander

IV in den Fig. 2 und 3 durch den Wärmetauscher in einem Bereich mit zwei Flachrohren.

Entsprechend Fig. 1 weist ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 zwei etwa parallel zueinander verlaufende Sammelrohre 2 auf, die mit nicht dargestellten Ab- beziehungsweise Zuführungsleitungen für ein erstes Fluid ausgestattet sind. Die Sammelrohre 2 sind mit mehreren, parallel zueinander verlaufenden Flachrohren 3 kommunizierend miteinander verbunden. Durch die Flachrohre 3 kann das erste Fluid von einem der Sammelrohre 2 zum anderen strömen.

Die Flachrohre 3 sind im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung eines zweiten Fluids angeordnet, so daß die Sammelrohre 3 auf ihrer Außenseite von diesem zweiten Fluid beaufschlagbar sind. Die Flachrohre 3 sind voneinander beabstandet angeordnet, so daß jeweils zwischen zwei benachbarten Flachrohren 3 ein Strömungsweg ausgebildet ist, durch den das zweite Fluid den Wärmetauscher 1 durchströmen kann. In jedem dieser zwischen den Flachrohren 3 ausgebildeten Strömungswegen sind mehrere, parallel zueinander und in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Kühlrippen 4 angeordnet, von denen in Fig. 1 jeweils nur die vorderste erkennbar ist. Die Kühlrippen 4 verlaufen dabei etwa parallel zu den Flachrohren 3 und etwa quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids. Außerdem weisen die Kühlrippen 4 eine Vielzahl von Durchtrittsöffnungen 5 auf, durch die das zweite Fluid die Kühlrippen 4 durchströmen kann. Die Kühlrippen 4 sind an die benachbarten Flachrohre 3 wärmeübertragend, insbesondere durch Verlöten, befestigt.

Jede der Kühlrippen 4 weist etwa mittig zwischen den angrenzenden Flachrohren 3 einen sich entlang der ganzen Länge erstreckenden Knick 6 auf.

Wie aus Fig. 1 deutlich erkennbar ist, können die erfindungsgemäß ausgebildeten Kühlrippen 4 – im Unterschied zu den herkömmlichen Wärmetauschern mit üblichen Kühlrippen derart angeordnet werden, daß sie an den Sammelrohren 2 anliegen.

In den Fig. 2 und 3 ist der mit II und III gekennzeichnete Ausschnitt aus Fig. 1 in vergrößertem Maßstab wiedergegeben, wobei ein Bereich einer sich zwischen zwei Flachrohren 3 erstreckenden Kühlrippe 4 dargestellt ist.

Entsprechend Fig. 2 können bei einer bevorzugten Ausführungsform der Kühlrippen 4 nach der Erfindung die Durchtrittsöffnungen 5 der Kühlrippe 4 im wesentlichen wabenförmig ausgebildet sein. Durch diese Maßnahme ergibt sich ein relativ großes Verhältnis zwischen der Gesamtöffnungsfläche der Durchtrittsöffnungen 5 einer Kühlrippe 4 im Vergleich zu der Gesamtoberfläche dieser Kühlrippe 4, wobei eine ausreichende Stabilität der Kühlrippe 4 gewährleistet werden kann.

In Fig. 2 ist markant, daß in dem Bereich, in dem der Knick 6 angeordnet ist, keine Durchtrittsöffnungen 5 vorgesehen sind. Auf diese Weise wird in der Kühlrippe 4 eine definierte Biegezone entlang des Knicks 6 ausgebildet, so daß Biegeverformungen aufgrund einer Abstandsveränderung zwischen den Flachrohren 3 ohne eine Beschädigung, z. B. durch Einknicken, der Kühlrippe 4 bewirkt werden können.

Um der Durchströmung des Wärmetauschers 1 in den zwischen den Flachrohren 3 ausgebildeten Strömungswegen einen erhöhten Strömungswiderstand entgegenzubringen, können hintereinander angeordnete Kühlrippen 4 entsprechend Fig. 3 versetzt zueinander angeordnet werden. Auf diese Weise ist es möglich, die Kühlrippen 4 so anzuordnen, daß die Durchtrittsöffnungen 5 benachbarter Kühlrippen 4 bezüglich der Strömungsrichtung nicht deckungsgleich angeordnet sind. Durch diese Maßnahme wird für die Durchströmung des zweiten Fluids eine mehrfache Umlen-

kung notwendig. Dies hat eine Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit und somit eine erhöhte Verweildauer des zweiten Fluids im Bereich der Kühlrippen 4 und folglich eine verbesserte Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Kühlrippen 4 zur Folge.

Fig. 4 verdeutlicht, daß zwischen benachbarten Flachrohren 3 mehrere Kühlrippen 4 hintereinander angeordnet werden können. In den Flachrohren 3 sind sogenannte Turbulatoren 7 angedeutet, die eine Verbesserung der Wärmeübertragung zwischen dem in den Flachrohren 3 strömenden ersten Fluid und den Flachrohren 3 bewirken.

Um die wärmeübertragende Anbindung der Kühlrippen 4 an die Flachrohre 3 auszubilden, sind die Kühlrippen 4 entlang ihren Längskanten zumindest bereichsweise mit Randleisten 8 versehen, die parallel zu den Oberflächen der Flachrohre 3 von den Kühlrippen 4 abgewinkelt sind. Die Anbindung der Kühlrippen 4 über deren Randleisten 8 an die Flachrohre 3 erfolgt dann relativ großflächig, so daß eine gute Wärmeübertragung gewährleistet werden kann. In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Randleisten 8 derart bemessen, daß die Randleisten 8 benachbarter Kühlrippen 4 aneinander angrenzen und auf diese Weise einen Abstand zwischen benachbarten Kühlrippen 4 definieren. Diese Maßnahme vereinfacht den Herstellungsprozeß eines derartigen Wärmetauschers 1, da die aufeinandergestapelten Kühlrippen 4 von selbst den vorbestimmten Abstand einhalten.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform sind die Durchtrittsöffnungen 5 der Kühlrippen 4 zumindest teilweise mit Wandungselementen 9 versehen beziehungsweise von diesen eingefaßt, wobei die Wandungselemente 9 im wesentlichen senkrecht von der Oberfläche der jeweiligen Kühlrippe 4 abstehen. Durch die Wandungselemente 9 wird die zur Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Oberfläche der Kühlrippen 4 erheblich vergrößert. Außerdem bewirken die in geeigneter Weise angeordneten Wandungselemente 9 gleichzeitig eine bestimmte Strömunglenkung beziehungsweise Strömungs-Umlenkung, wodurch wiederum die Strömungsgeschwindigkeit des zweiten Fluids beeinflusst werden kann.

Die Wandungselemente 9 können in einer bevorzugten Ausführungsform die Durchtrittsöffnungen 5 vollständig erfassen, wobei sie bei den dargestellten Ausführungsformen einen wabenförmigen Kragen bilden.

Die Pfeile a in Fig. 4 symbolisieren mögliche Durchströmungswegen des zweiten Fluids durch die Kühlrippen 4 nach der Erfindung. Deutlich ist, daß erhebliche Strömungsumlenkungen möglich sind, wodurch sich die Effektivität der Wärmeübertragung zwischen dem zweiten Fluid und den Kühlrippen 4 steigern läßt.

Im Rahmen der sogenannten Kassetierung kann der Zusammenbau des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 besonders einfach durchgeführt werden. Die schichtweise nebeneinander angeordneten Flachrohre 3 und Kühlrippen 4 bilden den zu verlötenden Rohr-Rippen-Block, der jedoch auf ein einzuhaltendes Maß zusammengepreßt werden muß. Beispielsweise müssen die freien Enden der Flachrohre 3 in entsprechende Öffnungen in den Sammelrohren 2 eingebracht werden können, wozu ein entsprechendes Maß eingehalten werden muß.

Aufgrund des Knickes 6 in jeder der Kühlrippen 4 weisen am Knick 6 angrenzenden Bereiche 4a und 4b jeder Kühlrippe 4 einen von 180° abweichende Winkel zwischen sich auf. Durch diese Maßnahme muß beim Zusammenpressen der Flachrohre 3 keine Knickkraft in den Kühlrippen 4 überwunden werden, so daß nur geringe Kräfte notwendig sind, um eine Biege-Verformung der Kühlrippen 4 durchzuführen. Selbst wenn dabei im Bereich des Knickes 6 aneinander

angrenzende Wandungselemente 9 aufeinandertreffen und defpmiert werden, sind die dabei auftretende Kräfte aufgrund der dort sehr geringen Wandungsstärken gering.

Ein anderer wichtiger Vorteil des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 ist darin zu sehen, daß Wärmeausdehnungen des Wärmetauschers 1 aufgrund unterschiedlicher Betriebstemperaturen ebenfalls relativ einfach aufgrund des Knicks 6 aufgenommen werden können, sofern der Bereich des Knickes 6 ausreichend flexibel ausgebildet ist. Eine durch Wärmeausdehnung bedingte Veränderung der Abmessung der Kühlrippen 4 zwischen den Flachrohren 3 kann dann durch eine entsprechende Veränderung des Winkels zwischen den an den Knick 6 angrenzenden Bereichen 4a und 4b der Kühlrippe 4 ausgeglichen werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Wärmetauscher
- 2 Sammelrohr
- 3 Flachrohr
- 4 Kühlrippe
- 5 Durchtrittsöffnung
- 6 Knick
- 7 Turbulator
- 8 Randleiste
- 9 Wandungselement

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere für Krafffahrzeuge, mit Flachrohren, die innen von einem ersten Fluid durchströmbar sind, die außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind, die im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids und parallel zueinander angeordnet sind und die voneinander beabstandet sind und dabei den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid ausbilden, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen angeordnet sind, die sich jeweils zwischen benachbarten Flachrohren erstrecken, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlrippen (4) parallel zu den Flachrohren (3) und im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, wobei die Kühlrippen (4) mit Durchtrittsöffnungen (5) für das zweite Fluid versehen sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kühlrippe (4) einen sich über deren gesamte Länge erstreckenden Knick (6) aufweist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Knicks (6) keine Durchtrittsöffnungen (5) ausgebildet sind.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Knick (6) etwa in der Mitte der Kühlrippe (4) angeordnet ist.
5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Flachrohren (3) mehrere Kühlrippen (4) hintereinander angeordnet sind.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Kühlrippen (4) versetzt zueinander angeordnet sind, derart, daß deren Durchtrittsöffnungen (5) nicht deckungsgleich zueinander angeordnet sind.
7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Durchtrittsöffnung (5) der Kühlrippen (4) zumindest teilweise von Wandungselementen (9) eingefast ist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Wandungselemente (9) jeweils einen die jeweilige Durchtrittsöffnung (5) vollständig einfassenden Kragen bilden.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet daß jedes Wandungselement (9) beziehungsweise jeder Kragen im wesentlichen senkrecht von der Oberfläche der jeweiligen Kühlrippe (4) absteht.

10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet daß die Durchtrittsöffnungen (5) mit einem wabenförmigen Querschnitt ausgebildet sind.

11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kühlrippe (4) an den Flachrohren (3) zugewandten Randbereichen eine abgewinkelte Randleiste (8) aufweist, mit der sie am jeweiligen Flachrohr (3) befestigt ist.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei hintereinander angeordneten Kühlrippen (4) die Randleisten (8) benachbarter Kühlrippen (4) aneinander angrenzen, wobei die Breite der Randleisten (8), mit der sie am jeweiligen Flachrohr (3) anliegen, den Abstand der Kühlrippen (4) voneinander definieren.

13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche aller Durchtrittsöffnungen (5) einer Kühlrippe (4) größer ist als die verbleibende, nicht mit Durchtrittsöffnungen (5) versehene Oberfläche der Kühlrippe (4).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

angrenzende Wandungselemente 9 aufeinandertreffen und defpmiert werden, sind die dabei auftretende Kräfte aufgrund der dort sehr geringen Wandungsstärken gering.

Ein anderer wichtiger Vorteil des erfindungsgemäßen Wärmetauschers 1 ist darin zu sehen, daß Wärmeausdehnungen des Wärmetauschers 1 aufgrund unterschiedlicher Betriebstemperaturen ebenfalls relativ einfach aufgrund des Knicks 6 aufgenommen werden können, sofern der Bereich des Knickes 6 ausreichend flexibel ausgebildet ist. Eine durch Wärmeausdehnung bedingte Veränderung der Abmessung der Kühlrippen 4 zwischen den Flachrohren 3 kann dann durch eine entsprechende Veränderung des Winkels zwischen den an den Knick 6 angrenzenden Bereichen 4a und 4b der Kühlrippe 4 ausgeglichen werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Wärmetauscher
- 2 Sammelrohr
- 3 Flachrohr
- 4 Kühlrippe
- 5 Durchtrittsöffnung
- 6 Knick
- 7 Turbulator
- 8 Randleiste
- 9 Wandungselement

Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere für Krafffahrzeuge, mit Flachrohren, die innen von einem ersten Fluid durchströmbar sind, die außen mit einem zweiten Fluid beaufschlagbar sind, die im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids und parallel zueinander angeordnet sind und die voneinander beabstandet sind und dabei den Wärmetauscher durchdringende Strömungswege für das zweite Fluid ausbilden, wobei in den Strömungswegen Kühlrippen angeordnet sind, die sich jeweils zwischen benachbarten Flachrohren erstrecken, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kühlrippen (4) parallel zu den Flachrohren (3) und im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung des zweiten Fluids angeordnet sind, wobei die Kühlrippen (4) mit Durchtrittsöffnungen (5) für das zweite Fluid versehen sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kühlrippe (4) einen sich über deren gesamte Länge erstreckenden Knick (6) aufweist.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Knicks (6) keine Durchtrittsöffnungen (5) ausgebildet sind.
4. Wärmetauscher nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Knick (6) etwa in der Mitte der Kühlrippe (4) angeordnet ist.
5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Flachrohren (3) mehrere Kühlrippen (4) hintereinander angeordnet sind.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Kühlrippen (4) versetzt zueinander angeordnet sind, derart, daß deren Durchtrittsöffnungen (5) nicht deckungsgleich zueinander angeordnet sind.
7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Durchtrittsöffnung (5) der Kühlrippen (4) zumindest teilweise von Wandungselementen (9) eingefasst ist.
8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Wandungselemente (9) jeweils einen die jeweilige Durchtrittsöffnung (5) vollständig einfassenden Kragen bilden.

9. Wärmetauscher nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet daß jedes Wandungselement (9) beziehungsweise jeder Kragen im wesentlichen senkrecht von der Oberfläche der jeweiligen Kühlrippe (4) absteht.

10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet daß die Durchtrittsöffnungen (5) mit einem wabenförmigen Querschnitt ausgebildet sind.

11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kühlrippe (4) an den Flachrohren (3) zugewandten Randbereichen eine abgewinkelte Randleiste (8) aufweist, mit der sie am jeweiligen Flachrohr (3) befestigt ist.

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei hintereinander angeordneten Kühlrippen (4) die Randleisten (8) benachbarter Kühlrippen (4) aneinander angrenzen, wobei die Breite der Randleisten (8), mit der sie am jeweiligen Flachrohr (3) anliegen, den Abstand der Kühlrippen (4) voneinander definieren.

13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche aller Durchtrittsöffnungen (5) einer Kühlrippe (4) größer ist als die verbleibende, nicht mit Durchtrittsöffnungen (5) versehene Oberfläche der Kühlrippe (4).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

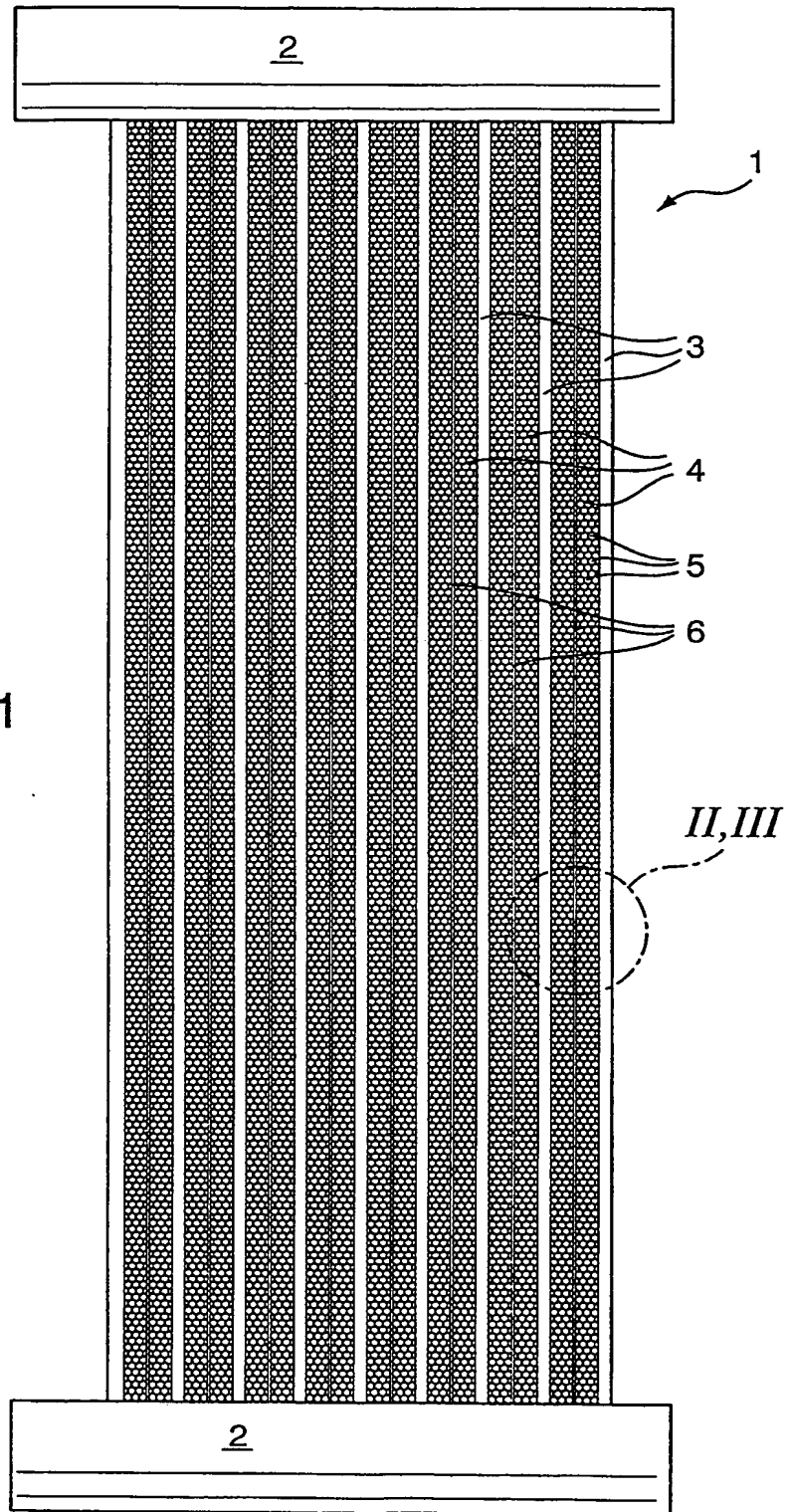


Fig. 1

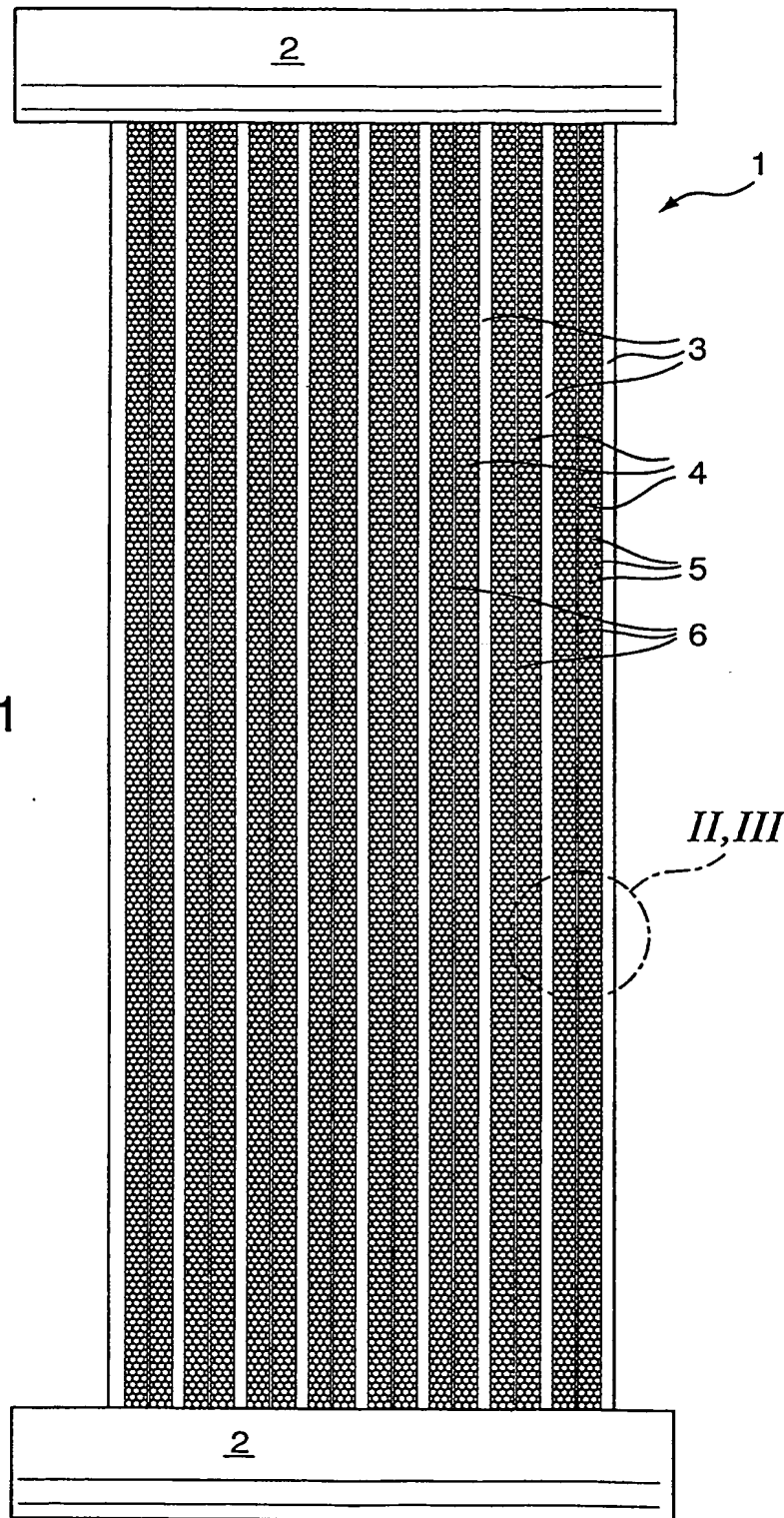


Fig. 1

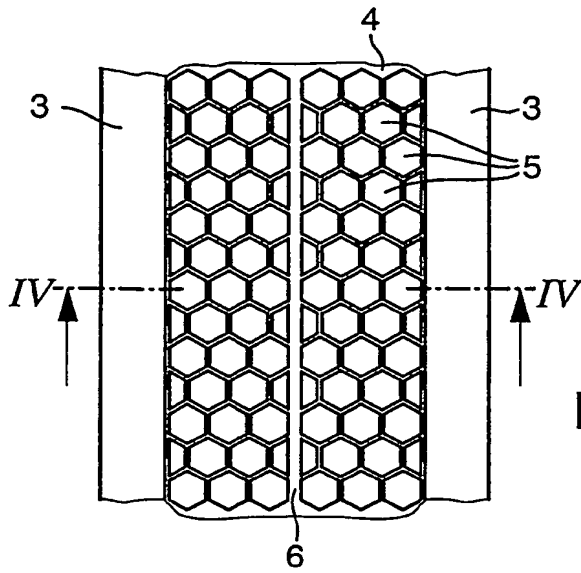


Fig. 2

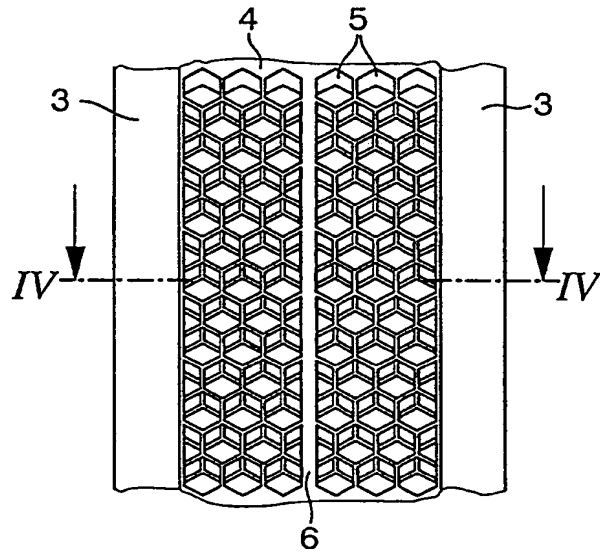


Fig. 3

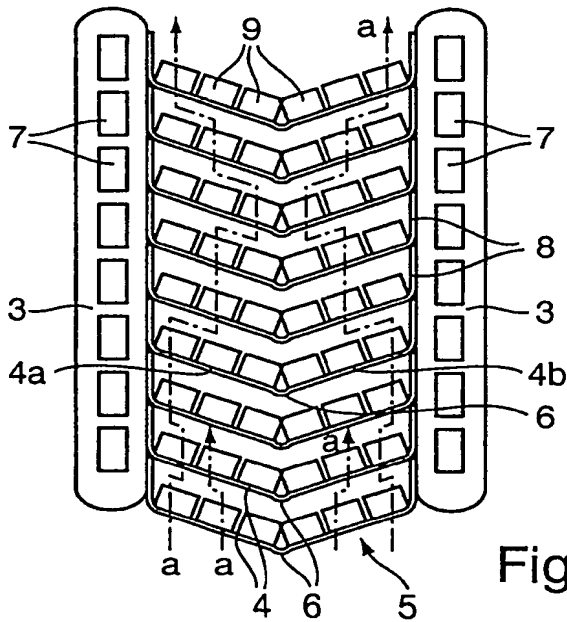


Fig. 4

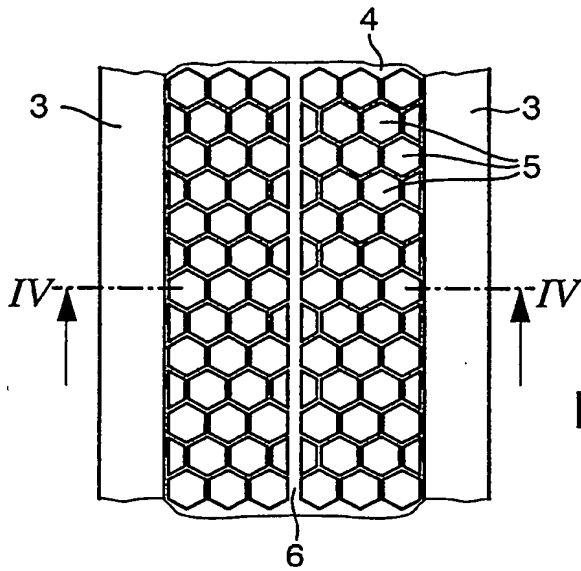


Fig. 2

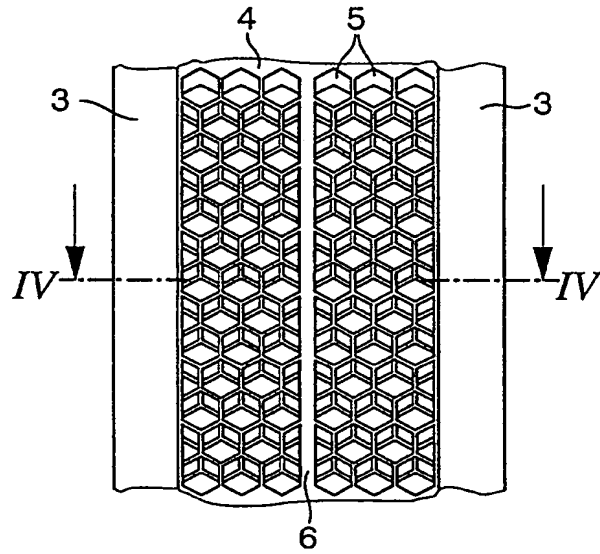


Fig. 3

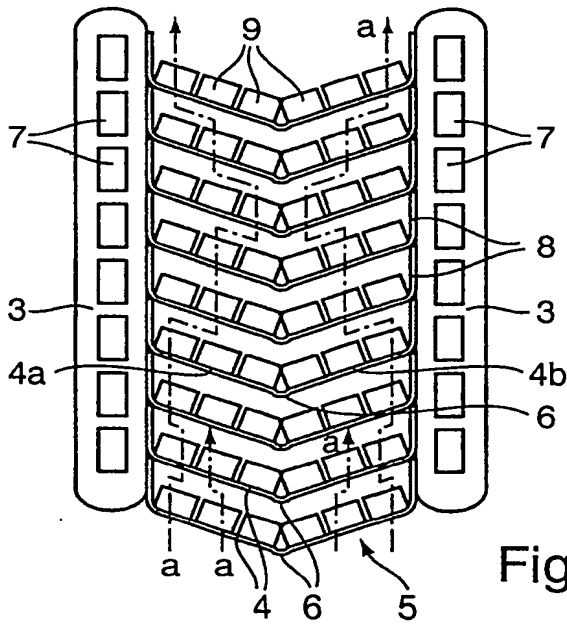


Fig. 4